

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-208997

(43)公開日 平成10年(1998)8月7日

(51)Int.Cl.*

H 01 L 21/027
G 03 F 7/038
7/039

識別記号

6 0 1
6 0 1

F I

H 01 L 21/30
G 03 F 7/038
7/039

5 6 8
6 0 1
6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平9-5823

(22)出願日

平成9年(1997)1月16日

(71)出願人

000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者

山東 伸明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人

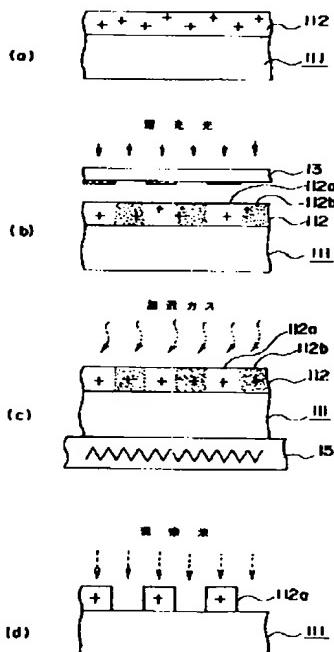
弁理士 岡本 啓三

(54)【発明の名称】 レジスト膜のパターン形成方法及びパターン形成装置

(57)【要約】

【課題】半導体集積回路装置の回路パターンの形成の際エッチングのマスクとして用いるレジストパターン、特に化学增幅レジストによるレジストパターンの形成方法に関し、パターンが微細化されても、切れのよいレジストパターンを得る。

【解決手段】少なくとも基材樹脂と光酸発生剤とを含む化学增幅レジストを基板111上の被バーニング体の上に塗布して、レジスト膜112を形成する工程と、露光光によりレジスト膜112を露光し、露光光とレジスト膜112中の光酸発生剤とを反応させてレジスト膜112中に酸を発生させる工程と、加湿された雰囲気中で露光されたレジスト膜112を加熱して、酸による基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する工程と、レジスト膜112を現像する工程とを有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも基材樹脂と光酸発生剤とを含む化学增幅レジストを基板上の被バターニング体の上に塗布して、レジスト膜を形成する工程と、露光光により前記レジスト膜を露光し、該露光光と前記レジスト膜中の光酸発生剤とを反応させて前記レジスト膜中に酸を発生させる工程と、

加湿された雰囲気中で前記露光されたレジスト膜を加热して、前記酸による前記基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する工程と、

前記レジスト膜を現像する工程とを有するレジスト膜のパターン形成方法。

【請求項2】乾燥させたガスを水中を通過させることにより前記加湿された雰囲気を形成することを特徴とする請求項1に記載のレジスト膜のパターン形成方法。

【請求項3】前記加湿された雰囲気の湿度は10%以上80%以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のレジスト膜のパターン形成方法。

【請求項4】前記加湿された雰囲気の湿度は30%以上50%以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のレジスト膜のパターン形成方法。

【請求項5】レジスト塗布手段と、
レジスト膜を露光する露光手段と、
前記露光後のレジスト膜を加熱する加熱手段と、
前記露光後のレジスト膜を現像する現像手段と、
湿度調整されたガスを生成する手段と、
前記湿度調整されたガスを前記加熱手段に導く手段とを有することを特徴とするレジスト膜のパターン形成装置。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジスト膜のパターン形成方法及びパターン形成装置に関し、より詳しくは、半導体集積回路装置の回路パターンの形成の際エッチングのマスクとして用いるレジストパターン、特に化学增幅レジストによるレジストパターンの形成方法及びパターン形成装置に関する。

【0002】近年、半導体集積回路装置は、更なる高集積化が要求されており、そのため回路パターンの微細化が一層必要となっている。そのため、露光装置の高解像力化、短波長化が進みつつあり、レジストにも高解像力化、より一層の線幅安定性が求められている。レジストについては、最近、光酸発生剤を含む、感度の高い化学增幅レジストが脚光を浴びており、開発が盛んに行われている。

【0003】

【従来の技術】以下に、従来の化学增幅レジストによるレジストパターンの形成方法について説明する。一連の処理を連続して行うため、図7に示すパターン形成装置のようなインラインシステムが採用されている。このイ

40

50

ンラインシステムを用いてパターン形成する場合、まず、レジスト塗布部で、スピンドルコータ31に基板101を載せてレジストを滴下し、スピンドルコータ31を回転させて、スピンドルコート法(回転塗布法)により化学增幅レジストを塗布する。基板101の被バターニング体の上にはレジスト膜102が形成される。このとき、基板101の周囲温度により形成されるレジスト膜厚が影響を受けるので、基板101そのものの温度や周囲の湿度を調整するとともに、図8(a)に示すように、温湿度調整器37により湿度調整された窒素ガスや大気ガスをチャンバー32内に流して基板101周囲の温度分布や湿度分布に影響を与える基板101周囲の気流の調整も行っている。なお、化学增幅レジストは、三元系を例にとるとポジ型の場合基材樹脂と光酸発生剤と溶解抑制剤とを含む。

【0004】続いて、第1の加熱処理部で、レジスト膜102を硬化させるため、第1の加熱手段39によりレジスト膜102を加熱する。次いで、露光部で、レチクル41を介して或いは直接レジスト膜102を露光光により露光する。レジスト膜102の露光された部分では露光により光酸発生剤から酸などの反応性物質が生成する。

【0005】次に、第2の加熱処理部で、第2の加熱手段43により露光後の加熱処理(PEB)を行う。これにより、ポジ型化学增幅レジストの場合、溶解抑制剤の溶解抑制効果の解除が促進し、発生した酸が基材樹脂を可溶化する。その際、発生した酸は触媒として多くの基材樹脂を現像液に可溶化するため感度を上げることができる。

【0006】続いて、現像部で、加熱後のレジスト膜102を現像液44に浸して現像すると可溶化した基材樹脂が現像液44に溶解し、除去されてパターンが形成される。上記の場合、露光後の加熱処理においては、第2の加熱手段43としてホットプレートを使用し、図8(b)に示すように、温度分布、レジスト膜からの昇華物の影響を考慮してホットプレート43を収納するチャンバー42内に乾燥窒素ガスを流している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の化学增幅レジストのパターン形成方法においては、露光後の加熱処理(PEB)が基材樹脂を可溶化させる反応の大半を担うため、ホットプレート43の温度制御性、面内温度分布の均一性、時間制御性等に高い性能が要求されている。

【0008】しかしながら、温度制御性、面内温度分布の均一性、時間制御性が高いホットプレート43を露光後の加熱処理(PEB)に使用しても、図9(a)に示すように、レジストパターン102aが膜厚方向中央部付近で歪みになったり、図9(b)に示すように、隣接するレジストパターン102b同士が繋がったりする場

合がある。

【0009】本発明は、上記の従来例の問題点に鑑みて創作されたものであり、パターンが微細化されても、切れのよいレジストパターンが得られるレジスト膜のパターン形成方法及びパターン形成装置を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題は、第1の発明である、少なくとも基材樹脂と光酸発生剤とを含む化学增幅レジストを基板上の被バーニング体の上に塗布して、レジスト膜を形成する工程と、露光光により前記レジスト膜を露光し、該露光光と前記レジスト膜中の光酸発生剤とを反応させて前記レジスト膜中に酸を発生させる工程と、加湿された雰囲気中で前記露光されたレジスト膜を加熱して、前記酸による前記基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する工程と、前記レジスト膜を現像する工程とを有するレジスト膜のパターン形成方法によって解決され、第2の発明である、乾燥させたガスを水中を通過させることにより前記加湿された雰囲気を形成することを特徴とする第1の発明に記載のレジスト膜のパターン形成方法によって解決され、第3の発明である、前記加湿された雰囲気の湿度は10%以上80%以下望ましくは30%以上50%以下であることを特徴とする第1又は第2の発明に記載のレジスト膜のパターン形成方法によって解決され、第4の発明である、レジスト塗布手段と、レジスト膜を露光する露光手段と、前記露光後のレジスト膜を加熱する加熱手段と、前記露光後のレジスト膜を現像する現像手段と、湿度調整されたガスを生成する手段と、前記湿度調整されたガスを前記加熱手段に導く手段とを有することを特徴とするレジスト膜のパターン形成装置によって解決される。

【0011】本願発明者は、化学增幅レジストを用いたパターン形成方法において、酸による基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する露光後の加熱処理の際、加湿された雰囲気又は湿度調整された雰囲気で行うことで、レジストパターンの切れが良くなることを実験により見いだし、本発明のパターン形成方法及びパターン形成装置に適用した。

【0012】加湿された雰囲気は、乾燥窒素や乾燥空気を水中に吹き込んでバーリングし、その加湿されたガスを露光後のレジスト膜の加熱箇所に導き、放出することにより得られる。また、湿度調整された雰囲気は、例えばレジスト塗布手段に導いている湿度調整された不活性ガスや大気ガス等を分岐させて、露光後のレジスト膜の加熱箇所に導き、放出することで得られる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

(1) 第1の実施の形態

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るパターン形成

装置を示す構成図である。図2(a)はレジスト塗布部の詳細を示す側面図であり、図2(b)は第2の加熱処理部の詳細を示す側面図である。

【0014】図1に示すパターン形成装置では、レジスト塗布・現像装置SK-80BW(商品名)と縮小投影露光装置NSR-2005EX8A(商品名)を含むインラインシステムが構成される。この場合、レジスト塗布・現像装置において、レジスト塗布部では、レジストを回転塗布するためのスピンドル1と、スピンドル1の回転により飛散した不要なレジストを受けるためのカップ2と、レジスト放出工具5とが設置されている。また、塗布されるレジスト膜の膜厚が均一になるようにするため、図2(a)に示すように、カップ2内の温度や湿度を調整する温湿度調整器7と、カップ2内に気流を生じさせる不活性ガスや大気ガス等をカップ2に導き、導入するガス配管6及びガス導入口3と、不活性ガスや大気ガス等の流量調節バルブ8とが設置されている。

【0015】現像部では、露光後の化学增幅レジストを現像するため、TMABH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド)等の現像液24を用いるスピンドル現像(パドル法)が可能な構成となっている。なお、他の符号25は現像液放出具、26は廃液口、27はスピンドルロッパー、28は現像カップである。また、第1の加熱処理部では、塗布された化学增幅レジスト膜112を加熱により硬化させる第1のホットプレート(第1の加熱手段)9が設置されている。第2の加熱処理部では、加熱により化学增幅レジスト膜112中の溶解抑制剤の溶解抑制効果や架橋抑制剤の架橋抑制効果の解除を促進して、露光により生じた酸による化学增幅レジスト膜112の基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進させ、増幅させる第2のホットプレート(第2の加熱手段)15が設置されている。第2のホットプレート15はチャンバー14内に収納され、そのチャンバー14には、加湿された不活性ガス等をチャンバー14内に導入するガス導入口16が設けられている。

【0016】更に、図2(b)に示すように、ガス導入口16には加湿された不活性ガス等を第2のホットプレート15の収納チャンバー14に導くためのガス配管17aが接続され、そのガス配管17aの他方の端部は超純水を入れた容器20に繋がっている。さらに、容器20の超純水21中にはガスピンベ19と接続した他のガス配管17bの先端が差し込まれており、ガス配管17bの途中にはガス流量調節バルブ18が設けられている。超純水21はホットプレート(加熱手段)等により所定の温度20°C~70°Cに加熱される。これにより、ガスピンベ19からガス配管17bにより導かれた乾燥した不活性ガス等が超純水21中に吹き込まれて加湿され、加湿された不活性ガス等はガス配管17aを通過してチャンバー14の方に導かれる。

【0017】また、露光部には縮小投影露光装置が設置

されている。露光光の光源11と、光源11から発生した露光光を絞る光学系12と、被バターニング体の形成された半導体基板111等を載せる載置台10とが設けられている。露光光として波長248nmのKrFエキシマレーザを用いる。また、その開口数(NA)は0.50となっている。なお、露光光として電子線(電離放射線)のような荷電粒子を用いることもできる。

【0018】次に、図1、図2(a)、(b)に示すパターン形成装置を用いて半導体基板上の被バターニング体の上にレジストパターンを形成する方法について図3(a)～(d)を参考しながら説明する。図3(a)～(d)は断面図である。なお、化学增幅レジストにはポジ型と、ネガ型があり、ポジ型の化学增幅レジストは、二元系を例にとると基材樹脂と光酸発生剤と溶解抑制剤とを含み、ネガ型の化学增幅レジストは、基材樹脂と光酸発生剤と架橋抑制剤とを含む。ここでは、化学增幅レジストとしてポジ型のものを用いる。

【0019】まず、半導体基板111上の被バターニング体をHMDS(ヘキサメチルジシラザン)に曝して処理する。HMDS処理は半導体基板111とレジスト膜112の密着性を向上させるためになされる。続いて、図3(a)に示すように、この半導体基板111をスピニコータ1に載置し、化学增幅レジスト(TDUR-P009(商品名))を滴下してスピニコータ1を回転させ、被バターニング体上に膜厚0.78μmのレジスト膜112を形成する。このとき、均一なレジスト膜厚が得られるように、半導体基板111そのものの温度や周囲の湿度を調整するとともに、湿度調整された空気等を適量流して、半導体基板111の周囲の温度分布や湿度分布に影響を与える気流調整も行う。

【0020】次いで、第1のホットプレート(第1の加熱手段)9上に半導体基板111を載せ、乾燥窒素を流して温度90°Cで90秒間加熱し、硬化させる。次に、図3(b)に示すように、0.35μmのライン&スペースが形成可能なレチクル13に従ってレジスト膜112を露光光により露光する。これにより、レジスト膜112中の露光された部分で露光光と光酸発生剤が反応し、光酸発生剤から酸が生成する。なお、露光光として電子線(電離放射線)のような荷電粒子を用いる場合、普通レチクル13を介さず直接レジスト膜112上を走査する。

【0021】続いて、温度30°Cに加熱された超純水21中に露点12°Cの乾燥窒素ガスを吹き込んでバブルングし、その加湿された窒素ガスを流量1l/分でチャンバ14内に導入する。上記のようにして加湿された窒素ガスによるチャンバ内の湿度は45%位である。そして、図3(c)に示すように、加湿された窒素ガス中で、露光後のレジスト膜112を第2のホットプレート(第2の加熱手段)15により温度100°Cで90秒間加熱する。この加熱により化学增幅レジスト膜112中

の溶解抑制剤の溶解抑制効果の解除が進み、酸による化学增幅レジスト膜112の基材樹脂の可溶化が促進する。

【0022】次いで、TMAHの2.38%水溶液(現像液)24に60秒間浸漬してレジスト膜112を現像する。これにより、図3(d)に示すように、上記の可溶化した部分が溶解し、0.35μmのライン&スペースからなるレジストパターン112aが形成される。次に、上記のようにして作成されたレジストパターン112cを走査型電子顕微鏡により観察した結果について説明する。図4(a)は第1の実施の形態の場合のレジストパターン112cの観察結果を示す断面図である。比較のため、化学增幅レジスト膜112の基材樹脂の可溶化を促進する際に乾燥窒素等に水分を含ませないでそのまま第2の加熱手段15の収納チャンバ14に導入して加熱処理した場合のレジストパターン112dの観察結果についても図4(b)に示す。

【0023】観察結果によれば、露光後のレジスト膜について加湿された窒素ガス中で加熱した場合、図4(a)に示すように、現像された後のレジストパターン112cの切れが良くなる。一方、乾燥窒素等で加熱した場合、図4(b)に示すように、現像された後のレジストパターン112dは隣り合うパターン同士が繋がってしまい、良好なレジストパターン112dが得られなかった。

【0024】なお、上記で、乾燥窒素の代わりに乾燥させた他の不活性ガスや乾燥空気を用いても同様に良好な結果が得られた。以上のように、本発明の第1の実施の形態においては、酸による基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する露光後の加熱処理を、加湿された雰囲気中で行っているので、レジストパターンが微細化された場合でもレジストパターンの切れが良くなる。

【0025】また、温度調整された雰囲気中で加熱しているので、湿度の多少によらず切れのよいレジストパターンを再現性よく形成することができる。これにより、半導体装置のパターンの微細化を一層図り、更なる集積度の向上させることができる。

(2) 第2の実施の形態

図5は、本発明の第2の実施の形態に係るパターン形成装置を示す構成図である。

【0026】図5に示すように、第1の実施の形態と異なるところは、第2の加熱手段15の収納チャンバ14に導入する温度調整されたガスとしてレジスト塗布部のスピニコータ1のカップ2に導入される温度調整された空気や不活性ガスを用い、第2の加熱手段15の収納チャンバ14の方に分歧させて第2の加熱手段15の収納チャンバ14に導入していることである。温度調整された空気等を第2の加熱手段15の収納チャンバ14に導くためのガス配管6aの途中にはガス流量調節手段8bが設けられ、また、レジスト塗布部のカップ2に温度調

整された空気や不活性ガスを導くガス配管6の途中にはガス流量調節手段8aが設けられている。これは、いずれかを停止させた場合等にガス配管6a, 6中のガス流量を調整する為である。なお、パターン形成装置の他の構成は図1と同様な構成とする。

【0027】次に、第2の実施の形態に係るパターン形成装置を用いて半導体基板111上の被パターンング体の上にレジストパターンを形成する方法について説明する。化学増幅レジストとしてポジ型のものを用いる。この場合は、露光後のレジスト膜112を加熱する際、以下の湿度条件の空気等を導入することを除き、第1の実施の形態と同一の工程及び条件でレジストパターンを形成した。湿度調整された空気等として、湿度を $45\pm 5\%$, $35\pm 5\%$ の2条件にふたつものを用い、それぞれについてレジストパターン112e, 112fを形成し、形状を観察した。各条件での観察結果をそれぞれ図6(a), (b)に示す。

【0028】観察結果に示すように、第2の実施の形態に係るレジストパターンの形成方法により形成されたレジストパターン112e, 112fの観察結果でも、第1の実施の形態と同じように、切れのよいレジストパターン112c, 112fが得られた。以上のように、本発明の第2の実施の形態においては、酸による基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する露光後の加熱処理を、湿度調整された雰囲気中で行っているので、湿度の多寡によらず切れのよいレジストパターンを再現性よく形成することができる。

【0029】これにより、半導体装置のパターンの微細化を一層図り、更なる集積度の向上させることができ。なお、上記第1及び第2の実施の形態では、化学増幅レジストとしてポジ型のものを用いているが、ネガ型の化学増幅レジストにも本発明を適用することが可能である。

【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明においては、酸による基材樹脂の可溶化又は架橋化を促進する露光後の加熱処理を、加湿された雰囲気又は湿度調整された雰囲気中で行っているので、レジストパターンが微細化された場合でもレジストパターンの切れが良くなる。

【0031】また、湿度調整された雰囲気中で加熱することにより、湿度の多寡によらず切れのよいレジストパターンを再現性よく形成することができる。これにより、半導体装置のパターンの微細化を一層図り、更なる集積度の向上に寄与しうることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の実施の形態に係るパターン形成装置の側面図である。

【図2】図2(a)は、本発明の第1の実施の形態に係るパターン形成装置のレジスト塗布部の詳細について示す側面図である。図2(b)は、本発明の第1の実施の

10

20

30

40

50

形態に係るパターン形成装置の第2の加熱処理部の詳細について示す側面図である。

【図3】図3(a)～(d)は、本発明の第1の実施の形態に係るパターン形成方法について示す断面図である。

【図4】図4(a)は、本発明の第1の実施の形態に係るパターン形成方法により形成されたレジストパターンの断面図である。図4(b)は、比較例に係るパターン形成方法により形成されたレジストパターンの断面図である。

【図5】図5は、本発明の第2の実施の形態に係るパターン形成装置の部分構成を示す側面図である。

【図6】図6(a), (b)は、本発明の第2の実施の形態に係るパターン形成方法により異なる湿度条件でそれぞれ形成されたレジストパターンの断面図である。

【図7】図7は、従来例に係るパターン形成装置の側面図である。

【図8】図8(a)は、従来例に係るパターン形成装置のレジスト塗布部の詳細について示す側面図である。図8(b)は、従来例に係るパターン形成装置の第2の加熱処理部の詳細について示す側面図である。

【図9】図9は、従来例に係るパターン形成方法により形成されたレジストパターンの断面図である。

【符号の説明】

- 1 スピンコータ、
- 2 カップ、
- 3, 16 ガス導入口、
- 4 排気口、
- 5 レジスト放出具、
- 6, 6a, 17a, 17b ガス配管、
- 7 湿度調整器、
- 8, 8a, 8b, 18 ガス流量調節バルブ、
- 9 第1のホットプレート(第1の加熱手段)、
- 10 載置台、
- 11 光源、
- 12 光学系、
- 13 レチクル、
- 14 チャンバ、
- 15 第2のホットプレート(第2の加熱手段)、
- 19 ガスポンベ、
- 20 容器、
- 21 超純水、
- 22 ホットプレート(加熱手段)、
- 24 現像液、
- 25 現像液放出具、
- 26 廃液口、
- 27 スピンデベロッパー、
- 28 現像カップ、
- 111 半導体基板(基板)、
- 112 レジスト膜、

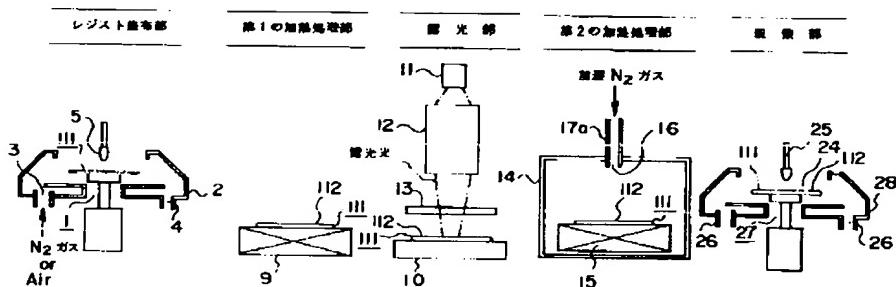
112a 非露光部分、

112b 露光部分、

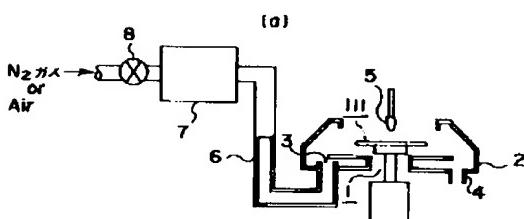
112c~112f レジストパターン。

10

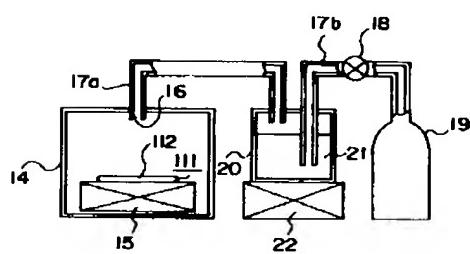
【図1】



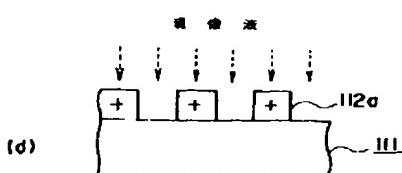
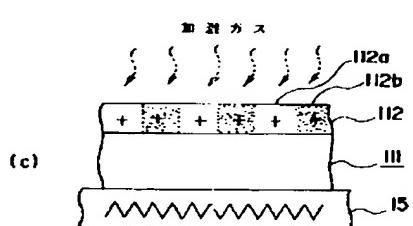
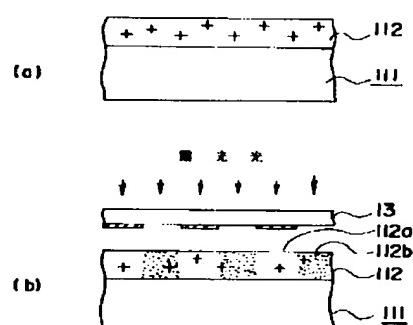
【図2】



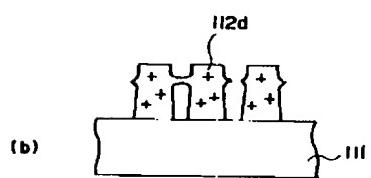
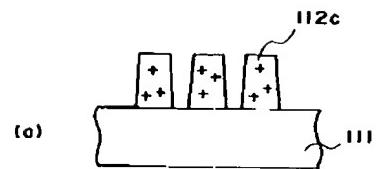
(b)



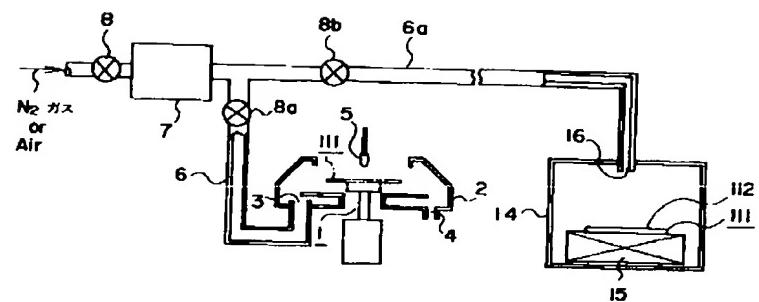
【図3】



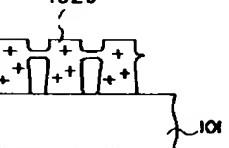
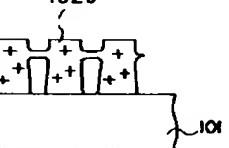
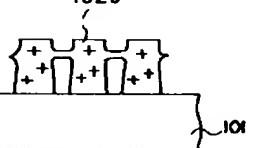
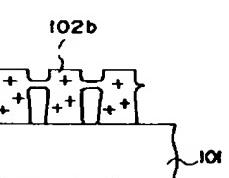
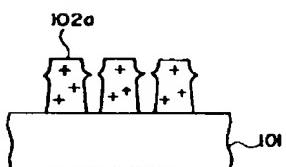
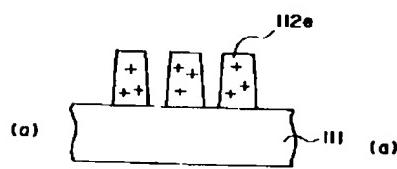
【図4】



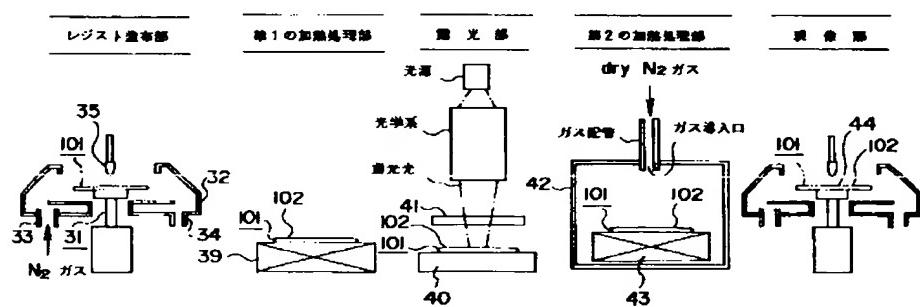
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

